



UNIVERSIDAD DE SALAMANCA
PROGRAMA DE MEJORA DE LA CALIDAD-PLAN ESTRATÉGICO GENERAL.
Planes de formación e innovación

MEMORIA FINAL

Proyecto de innovación docente **ID2018/069**

**DINAMIZACIÓN DE LA CLASE EXPOSITIVA DE LAS ASIGNATURAS DEL
ÁREA DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA MOLECULAR, IMPARTIDAS EN
LOS GRADOS EN QUÍMICA E INGENIERÍA QUÍMICA.**

ACCIÓN:

- ☒ 1. Innovación en metodologías docentes para clases teóricas y prácticas
- Proyectos dirigidos a la innovación en: las clases magistrales, estudios de casos prácticos, resolución de ejercicios y problemas, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por proyectos, aprendizaje cooperativo y clases prácticas

Coordinador del proyecto: Francisco David Rodríguez García (lario@usal.es)

Otros miembros del equipo: Juana Gutiérrez de Diego (dediego@usal.es).

INTRODUCCIÓN

Cuando los profesores nos enfrentamos al diseño, organización y preparación de un curso nuestros esfuerzos se centran de manera predominante en los contenidos de este. Tenemos, además, cierta preocupación por el empleo de nuevas metodologías y tecnologías que puedan facilitar la comprensión, análisis y estudio de información compleja. Pero puede pasarnos desapercibido el ámbito de desarrollo del curso y las características del grupo de alumnos que lo cursan. En el contexto en el que nos movemos no podemos ahondar en las necesidades individuales y en los estados emocionales e intelectuales de cada uno de los alumnos; podemos, no obstante, tener en cuenta algunas características de la condición humana y del impacto que el estado emocional y la actitud pueden tener en los procesos de aprendizaje (Darby, F., 2017). La educación no debe centrarse tanto en el conocimiento o la elocuencia del profesor, como en el aprendizaje de los estudiantes (Carnes, M.C. 2014).

Uno de los escenarios de interacción más importantes del que disponemos para impartir nuestras asignaturas es el aula y la denominada clase magistral, clase teórica o clase expositiva. En este proyecto hemos hecho una reflexión sobre la clase expositiva y las características generales de nuestros estudiantes y hemos trabajado para que el aula sea un lugar que dinamice la actividad de aprender y facilite el descubrimiento de capacidades, intereses y motivaciones personales. Así mismo, hemos procurado facilitar las condiciones para que el aula sea un lugar de encuentro, interacción y participación. Sin embargo, no se consigue cambiar actitudes mediante la sola declaración de intenciones. De ahí que los expertos en el campo de la Pedagogía, Psicología y Neurociencia nos proporcionen algunas claves que pueden ayudarnos a crear tramas de aprendizaje más satisfactorias y eficaces que desestabilicen esas zonas o actitudes de confort que pueden suponer impedimento. (Smeyers, P., 2012; Imbernon, F., 2007; Guy, R., 2012; Pierce, W., 2002).

Dadas las circunstancias actuales, relacionadas con el avance de la ciencia, los cambios sociales, los nuevos escenarios tecnológicos, etc. la clase magistral pide cambios que abandonen el modelo de la mera transmisión de información (el denominado de forma paradigmática “busto parlante”) y ponga en foco el aprendizaje de los estudiantes (Imbernón, F., 2007).

Al considerar a los estudiantes en el foco de atención, podremos diseñar y analizar situaciones y contextos cognitivos que les permitan activar su entusiasmo, su motivación por el estudio y su esfuerzo. Por ejemplo, y según señala S. Cavanagh: “es conveniente introducir cierta confusión en los estudiantes, eso reclamará atención y pensamiento activo; puede ser importante efectuar cambios no esperados que sorprenden a los alumnos, pero suscitan inmediata atención y cuestionamiento”, etc. (Cavanagh, S., 2014). Claramente, estas estrategias han de contextualizarse en cada caso y no deben ser contrarias a una organización clara, a una cronología meditada y a unas normas establecidas y de público conocimiento desde el comienzo del curso.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es la aplicación de procedimientos que ayuden a los estudiantes a establecer rutinas eficientes de trabajo en su aprendizaje y motiven su interés por la Bioquímica y la Biología Molecular. Pretendemos que el escenario de la denominada clase magistral sea un entorno de aprendizaje activo y estimulante.

OBJETIVOS BASADOS EN COMPETENCIAS

En nuestra programación docente a lo largo de los últimos años hemos puesto en marcha actividades que son importantes para la incorporación de competencias

específicas contempladas en el marco de aprendizaje de la Bioquímica y la Biología Molecular en los Grados en Química e Ingeniería Química. En la propuesta de este proyecto ampliamos el desarrollo y mejora de actividades dirigidas a la adquisición de estas competencias en el marco de la clase expositiva. Se detallan a continuación:

- A. Estimular el pensamiento lógico y crítico de los alumnos
- B. Incentivar la planificación del tiempo y organización del trabajo
- C. Enfatizar el carácter cuantitativo de la Bioquímica
- D. Relacionar la Bioquímica y la Biología Molecular con otras ciencias experimentales
- F. Reforzar las capacidades de organización y colaboración

PLAN DE TRABAJO

Como señalamos, este diseño no pretende montar un escenario con múltiples atracciones para contemplativos. El alumno debe sentirse implicado en cada clase, cuestionado y participe. Las asignaturas están compuestas de un programa de contenidos que se desarrollan temporalmente en las clases. Con el fin de romper invisibles burbujas de aislamiento que los alumnos pueden construir para mantener su zona de confort aislante y para romper con rutinas del profesor que se adhieren a un modelo aprendido y practicado durante años ("siempre lo he hecho así...") hemos diseñado una estructura de desarrollo que pretende ser efectiva y progresiva, más que impactante.

En esta memoria nos referimos a la aplicación de metodologías en la asignatura *Bioquímica* (código 104026) de tercer curso del Grado en Química (asignatura obligatoria) que contó con una matrícula de 74 estudiantes en el curso 2018-19.

Describimos a continuación los elementos elaborados y aplicados durante el curso:

-PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Fue el primer encuentro con los estudiantes. Aprovechamos este escenario para presentarnos los profesores, para que los alumnos se hicieran presentes y para presentar la asignatura. Los profesores elaboramos una guía exhaustiva de la asignatura que explicaba los detalles de los contenidos y metodología, así como de la evaluación y la cronología de todas las actividades. Esta guía se publicó en la plataforma *Studium* y durante esta primera clase ofrecimos unas pinceladas sobre la misma. Propusimos como referencias un libro de texto básico (Feduchi, E. 2015) y un libro de consulta (Nelson, D., 2018). Así mismo entregamos a cada alumno una etiqueta identificativa con su nombre. Esta etiqueta nos permitió dirigirnos a los alumnos por su nombre en los distintos lugares en los que se desarrolla la asignatura (laboratorio de prácticas, aula, seminarios, aula de informática). La primera clase nos permitió también explorar superficialmente el grado de conocimiento de conceptos previos esenciales adquiridos por los alumnos en cursos anteriores (por ejemplo, la estructura general de una célula...), así como las expectativas generales de los alumnos en la asignatura. Este primer contacto con los alumnos nos pareció importante porque se establecieron las "reglas del juego" y nos permitió presentarnos como personajes catalizadores y de ayuda, más que como un obstáculo a eludir o superar.

-ESTRUCTURA GENERAL DE LAS CLASES EXPOSITIVAS

Los profesores elaboramos un esquema general para las sesiones expositivas con de los siguientes apartados:

Índice. Los alumnos dispusieron de un índice de los temas o bloques temáticos para establecer de forma clara la estructura general de los contenidos de la asignatura y las relaciones que se establecen entre los mismos.

Objetivos. En cada tema se expusieron los objetivos específicos de aprendizaje. Por ejemplo, un objetivo específico es la descripción de las propiedades químicas de las bases nitrogenadas y los nucleótidos que forman la estructura polimérica de los ácidos nucleicos, o el significado biológico de la biocatálisis...

Conceptos esenciales y mapas conceptuales. En cada sesión los profesores elaboraron la definición de dos o tres conceptos esenciales, cuya lectura dirige al alumno a la exploración de su significado, importancia y aplicaciones. (Ver algunos ejemplos en el anexo I)

Tareas/ejercicios/juegos. La tarea es una actividad que exige atención y acción por parte del alumno. Por ejemplo, elaborar un listado con los aminoácidos polares. Un ejercicio consiste en un enunciado que finaliza con una pregunta que debe resolverse en grupo o de forma individual, acudiendo a información previa. Por ejemplo, calcular el porcentaje de aminoácidos aromáticos en la secuencia primaria de una proteína. En el anexo II se describen algunas tareas y ejercicios aplicados. Pretendimos desarrollar tiempos activos y productivos para mostrar caminos y tácticas de aprendizaje. Obviamente, nuestro sistema de evaluación, basado en la evaluación continua y en la evaluación final de la asignatura, se elabora teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje y las mecánicas y procedimientos practicados durante el curso. Por ello, la asistencia a clase, en el contexto del desarrollo de nuestras asignaturas, pretende ser un elemento de estímulo y no un mero escenario de exhibición de conceptos, listas, teorías o relaciones complejas.

Este proyecto incluyó el diseño y generación de materiales originales, en los soportes indicados, elaborado por los profesores que firmamos esta memoria.

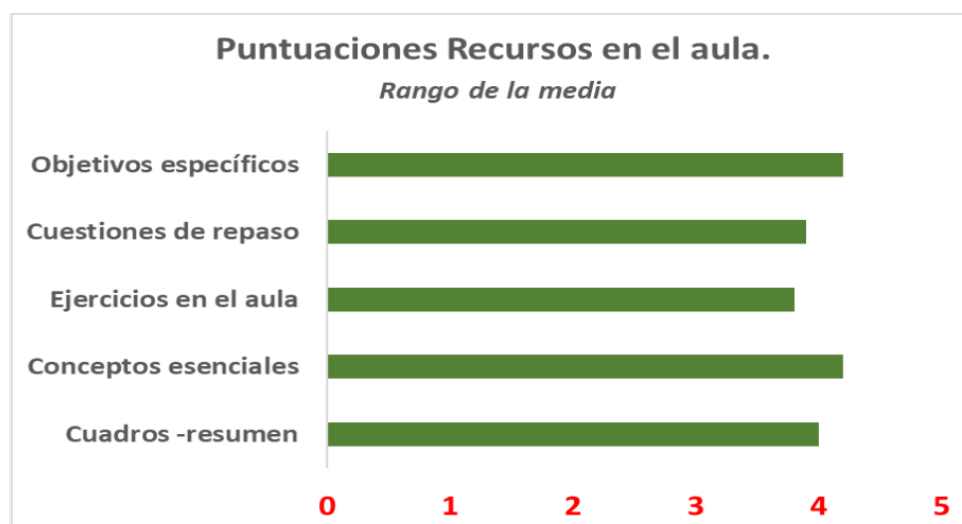
RESULTADOS

Los profesores elaboraron una encuesta, lanzada a través de la plataforma *Studium*, sobre los recursos empleados en la clase expositiva.

Pregunta:

Valora de 1 (nada valiosos) a 5 (muy valiosos) los siguientes recursos empleados en las clases teóricas:

Participaron 46 estudiantes del total de la matrícula (74), lo que representa aproximadamente un 64%. En el siguiente gráfico (Figura 1) se resumen los resultados de esta. Los resultados representan el rango de la media de una escala de Likert de 1 a 5. Así mismo, se aporta la distribución de las respuestas.



Distribución de las respuestas

Respuestas	1	2	3	4	5	Total
1. Cuadros-resumen que acompañan a los temas impartidos.	0	2 (4%)	9 (20%)	20 (43%)	15 (33%)	46
2. Conceptos esenciales que acompañan a los temas impartidos.	0	1 (2%)	8 (17%)	18 (39%)	19 (41%)	46
3. Ejercicios realizados durante las clases teóricas.	1 (2%)	4 (9%)	13 (28%)	14 (30%)	14 (30%)	46
4. Cuestiones propuestas para el repaso de la asignatura.	0	4 (9%)	15 (33%)	10 (22%)	17 (37%)	46
5. Definición de los objetivos específicos de los temas.	1 (2%)	1 (2%)	10 (22%)	12 (26%)	22 (48%)	46

Figura 1. Resultados de la encuesta sobre los recursos elaborados por los profesores y presentados en las sesiones expositivas (escala de Likert de 1 a 5).

La encuesta revela claramente que los estudiantes aprecian los recursos empleados. Por ello, nos parece esencial seguir trabajando en este contexto para conseguir que las sesiones de clase sean un entorno diseñado para el máximo rendimiento y estímulo para el aprendizaje.

CONSIDERACIONES DE LOS PROFESORES

Nos parece importante destacar que la sesión expositiva, también denominada clase magistral, constituye un escenario de relación esencial en el marco de la docencia presencial. Los esfuerzos para que dichas sesiones sean eficaces para el aprendizaje exigen reflexión, preparación y adaptación a los cambios que el avance de la ciencia proporciona y a los nuevos entornos tecnológicos que nos permiten desarrollar nuevos recursos docentes. El empleo de procedimientos sencillos de dinamización durante la clase nos parece relevante por cuanto mantiene a los asistentes en una actitud más participativa y proclive al aprendizaje. Sin embargo, también creemos que el camino no está recorrido y nuestros esfuerzos han de mantenerse con el mejor ánimo de mejora. Es esencial que los estudiantes tengan plena conciencia de su papel como agentes activos del aprendizaje. Y nuestro objetivo es catalizar ese proceso con esfuerzo y vigilancia.

Un aspecto que valoramos los profesores en este proyecto ha sido la elaboración y diseño de material docente que facilite a los estudiantes su proyecto personal de aprendizaje. Este trabajo tiene, además, la ventaja añadida de la puesta al día de del avance de la ciencia Bioquímica.

AGRADECIMIENTOS

Los profesores agradecen a todos los alumnos matriculados en la asignatura su participación en la encuesta y la aportación de críticas y comentarios constructivos durante el desarrollo de la asignatura a lo largo del semestre. Así mismo, agradecemos el apoyo institucional del equipo decanal y de los miembros del PDI (personal docente e investigador) y del PAS (personal de administración y servicios) de la Facultad de Ciencias Químicas.

REFERENCIAS

-Carnes, M.C. (2014). *Minds on Fire. How Role-Immersion Games Transform College*. Harvard University Press.

-Cavanagh, S.R. (2016). *The Spark of Learning: Energizing the College Classroom with the Science of Emotion*. West Virginia University Press. Morgantown.

-Darby, F. (2017) *Harness the Power of Emotions to Help Your Students Learn*. Best of the 2017 Magna Teaching with Technology Conference: www.TeachingWithTechnologyConference.com

-Feduchi Canosa, E.; Romero Magdalena, C.; Yáñez Conde, E.; Blasco Castiñeyra, I.; García-Hoz Jiménez, C. (2015) *Bioquímica. Conceptos esenciales*. Editorial panamericana, 2ª Ed.

-Guy, R. & Byrne, B. (2013). *Neuroscience and Learning: Implications for Teaching Practice*. *J Exp Neurosci*. 7: 39–42. doi: 10.4137/JEN.S10965

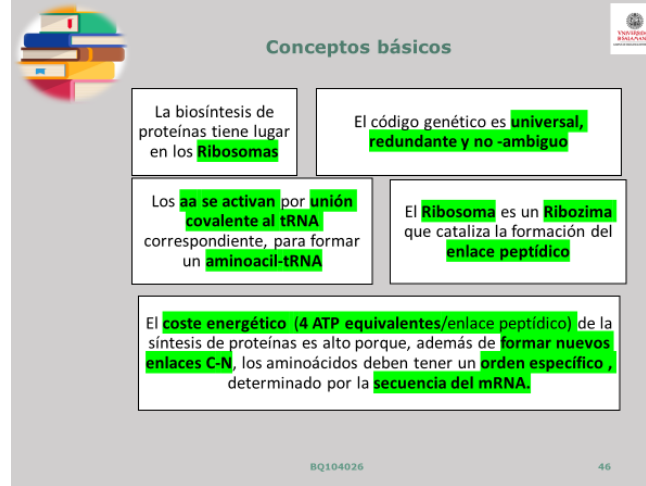
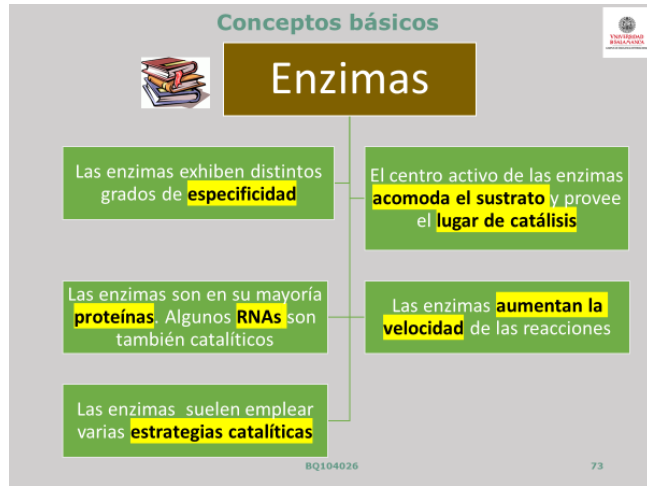
-Imbernon, F. (2007). *Módulo de Formación del Ministerio de Educación de El Salvador con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional. Metodología y dinamización de la enseñanza*: http://www.ub.edu/obipd/docs/metodologia_y_dinamizacion_de_la_ensenanza_fortalecimiento_del_sistema_de_evaluacion_inicial_en_docentes_imbernonf.pdf

-Nelson, D.L. & Cox M.M. (2014). *LEHNINGER: Principios de Bioquímica*. Editorial Omega (6ª Ed.)

-Pierce, W.D. & Cameron, J. (2002). A summary of the effects of reward contingencies on interest and performance. *The Behavior Analyst Today*, 3, 222–26.

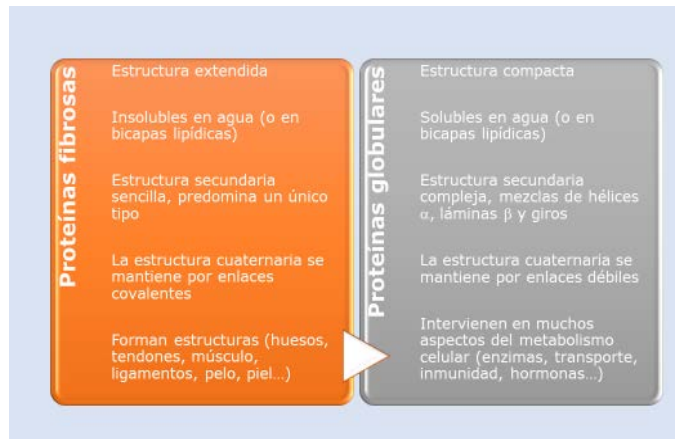
-Smeyers, P. & Depaepe, M. (2012) *The Lure of Psychology for Education and Educational Research*. *The Journal of Educational Philosophy*, 46, 315-331.

ANEXO I. Algunos ejemplos de conceptos esenciales, resúmenes, objetivos... elaborados por los profesores y empleados en las clases



CUADRO RESUMEN PROTEÍNAS FIBROSAS

Tipo	Estructura secundaria	Características	Localización
α-queratinas	α -hélice	Estructuras insolubles y resistentes de dureza y flexibilidad variables	Pelo, piel, uñas, garras, cuernos, caparzones
β-queratinas	Lámina β	Filamentos suaves, fuertes y poco elásticos	Seda, telas de araña
colágeno	triple hélice de tropocolágeno	Resistencia a la tensión sin capacidad de estiramiento	Conjuntivo, piel, tendones, huesos
elastina	ovillo aleatorio entrecruzado por desmosina	Capacidad de estiramiento en dos direcciones	Ligamentos, vasos sanguíneos



ANEXO II. Algunos ejemplos de ejercicios y objetivos específicos

OBJETIVOS

Diferenciar los **niveles estructurales** de las proteínas

Explicar la importancia de la **estructura primaria** en la conformación y función de las proteínas

Describir las **principales estructuras secundarias** (hélices, láminas y giros), terciarias y cuaternarias de las proteínas

Comprender las **fuerzas que estabilizan** la estructura tridimensional de las proteínas

Explicar la estructura y función de las **proteínas fibrosas**: queratinas, colágeno y elastina

Comprender los principios generales que dirigen el **plegamiento de las proteínas** y la acción de las diferentes **chaperonas**

Ser capaz de obtener información sobre la estructura de proteínas en el PDB

El cianuro funciona como un veneno porque inhibe el complejo IV y evita que transporte electrones al oxígeno. **¿Qué efecto tendría una intoxicación con cianuro en 1) la cadena de transporte de electrones y 2) el gradiente de protones a través de la membrana interna de la mitocondria?**

- A. La cadena de transporte de electrones se aceleraría y el gradiente se fortalecería
- B. La cadena de transporte de electrones se detendría y el gradiente disminuiría
- C. Tanto la cadena de transporte de electrones como el gradiente se mantendrían igual
- D. La cadena de transporte de electrones se redirigiría a través del complejo II y el gradiente se debilitaría

B. La cadena de transporte de electrones se detendría y el gradiente disminuiría

¿Qué enzimas de la glucólisis llevan a cabo una fosforilación a nivel de sustrato en la que se genera ATP? ¿De dónde procede el grupo fosfato en cada caso?

- a) Piruvato quinasa
 - b) Fosfoglicosa isomerasa
 - c) Fosfoglicerato quinasa
 - d) Hexoquinasa
- a) **Piruvato quinasa**
 - b) Fosfoglicosa isomerasa
 - c) **Fosfoglicerato quinasa**
 - d) Hexoquinasa

El grupo fosfato que se une al ADP para formar ATP procede de un sustrato de elevada energía, en la reacción que cataliza la piruvato quinasa del **fosfoenolpiruvato** y en la reacción que cataliza la fosfoglicerato quinasa del **1,3 bisfosfoglicerato**

Un organismo diploide tiene un genoma haploide de 50.000 kb (miles de bases).

Calcula el número de nucleótidos de A, C, T y G del genoma diploide, si el 19% son nucleótidos de timina

31000 kb C (31%)
31000 kb G (31%)
19000 kb A (19%)
19000 kb T (19%)

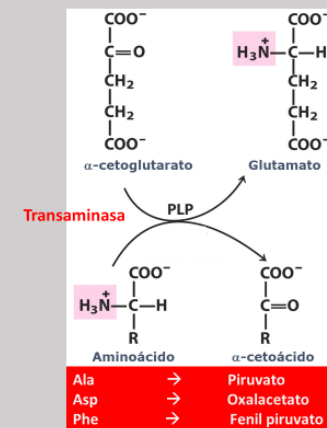
% T = % A

% C = % G

(A+G= C+T)

Objetivos

- Definir la estructura química y propiedades de las bases nitrogenadas, nucleósidos y nucleótidos.
- Describir el enlace fosfodiéster en los ácidos nucleicos.
- Definir la acción de una endo y exo-nucleasa
- Explicar la estructura química y propiedades físico-químicas de los ácidos nucleicos (DNA y RNA).
- Describir la organización estructural de los ácidos nucleicos.



Transaminación